

Avaliação de métodos para mensuração da adaptação marginal e espessura de linha de cimentação em restaurações indiretas

Evaluation of methods for measurement of marginal adaptation and cement thickness on indirect restorations

Denise Sá Maia Casselli*

André Luís Faria-e-Silva**

Fauzer Deison Araújo da Silva***

Henrique Casselli****

Luís Roberto Marcondes Martins*****

Resumo

Objetivos: Comparar métodos utilizados na mensuração da adaptação marginal e espessura de linha de cimentação em restaurações indiretas do tipo inlay. **Materiais e método:** Foram confeccionados preparos cavitários para inlay em 24 terceiros molares humanos, assim como restaurações inlays em resina composta. Metade das amostras foi utilizada para avaliar, sem a cimentação da restauração, a adaptação marginal, ao passo que as demais foram cimentadas e a espessura da linha de cimentação foi mensurada. Foram feitas avaliações nas regiões cervical, interproximal e oclusal, utilizando-se três metodologias: lupa estereoscópica, microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, sendo que com esta última avaliou-se apenas a região oclusal. **Resultados:** Para avaliação da adaptação marginal, não houve diferença entre a lupa estereoscópica e microscopia óptica. Quando foi mensurada a linha de cimentação, a lupa apresentou menor valor na região interproximal. A microscopia eletrônica de varredura apresentou os menores valores. **Conclusões:** Para medir adaptação de peças em um preparo pode-se utilizar tanto lupa estereoscópica quanto microscopia óptica. Para avaliar a linha de cimentação o melhor método é MEV.

Palavras-chave: Adaptação marginal. Cimentação. Restauração dentária permanente. Métodos.

Introdução

A indicação e utilização de restaurações indiretas em porcelana ou compósito têm crescido consideravelmente nos últimos anos. A durabilidade clínica dessas restaurações está relacionada, sobretudo, à sua resistência ao desgaste e a uma boa adaptação marginal. Além da melhoria nas propriedades mecânicas desses materiais restauradores, como o aumento na resistência ao desgaste, a resistência à compressão e flexão¹⁻³, o desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas de cimentação (sistemas adesivos/cimentos resinosos) contribuiu para uma melhor união das restaurações indiretas à estrutura dental, promovendo maior segurança aos clínicos no momento da cimentação⁴⁻⁸.

Entretanto, apesar dessa evolução nos sistemas de cimentação, fendas ainda podem ser formadas nas margens das restaurações. Isso ocorre principalmente pelo fato de os cimentos resinosos apresentarem uma significativa contração de polimerização, aumentada em razão da maior quantidade de monômeros resinosos diluentes e da menor quantidade de carga quando comparado às resinas compostas⁹⁻¹¹. Na cimentação de restaurações indiretas,

* Professora Adjunta do curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, Sobral, CE, Brasil.

** Professor Adjunto Departamento de Odontologia Restauradora do curso de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, AL, Brasil.

*** Aluno do curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, Fortaleza, CE, Brasil.

**** Professor do curso de especialização em Prótese Dental do Centro de Pesquisas São Leopoldo Mandic, Unidade Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

***** Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp.

a contração do cimento resinoso irá gerar tensões sobre as interfaces de união, tanto com o substrato quanto com a peça protética, as quais podem levar ao rompimento desta e à formação de fendas¹²⁻¹⁴. Essas fendas, que podem ser ampliadas com a restauração em virtude de tensões mecânicas e térmicas, levam à ocorrência de microinfiltração com posterior formação de cárie secundária, o que pode levar, em última análise, à perda da restauração.

A avaliação da formação e extensão de fendas nas margens de restaurações indiretas pode auxiliar no prognóstico da sua durabilidade. Assim, diversos trabalhos têm sido feitos para mensurar as fendas formadas, avaliando o efeito das técnicas de confecção e de cimentação, além das ciclagens mecânicas e térmicas, sobre essas. A maioria dos trabalhos utiliza lupa estereoscópica^{15,16}, microscopia óptica¹⁷⁻¹⁹ ou eletrônica de varredura²⁰⁻²² para auxiliar na visualização das fendas. Cada uma dessas metodologias apresenta vantagens e desvantagens, entretanto há poucos trabalhos na literatura que comparem a efetividade dessas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação marginal de restaurações de resina compostas *inlay* (tipo MOD) e a espessura da linha de cimentação por meio de microscopia óptica, eletrônica de varredura e lupa estereoscópica, sendo essas avaliações realizadas nas margens cervical, oclusal e interproximal. As hipóteses nulas testadas são que (1) não há diferença entre os valores de adaptação marginal encontrados utilizando cada metodologia e que (2) não há diferença entre as metodologias na avaliação de espessura da linha de cimentação.

Materiais e método

Vinte e quatro terceiros molares humanos hígidos, armazenados por até seis meses em solução de timol 0,1% (Nova Fórmula, Sobral, Ceará), foram utilizados neste estudo. Após serem limpos, os dentes foram incluídos através de suas raízes em cilindros de resina de poliestireno (Resina cristal, Piracicaba - SP, Brasil) para facilitar a sua manipulação. Os preparos tipo MOD foram confeccionados com uma ponta diamantada cônica de extremo arredondado # 4137 (KG Sorensen, Barueri - SP, Brasil) utilizada em alta rotação. A fim de padronizar os preparos, a alta rotação (Kavo do Brasil, Joinville - SC, Brasil) foi acoplada a uma máquina padronizadora de preparos cavitários e as pontas eram substituídas a cada quatro preparos. Após a sua confecção, os preparos possuíam as seguintes dimensões: 5 mm de abertura de istmo, 1,5 mm de profundidade oclusal e 2 mm de extensão das caixas proximais.

A moldagem dos preparos foi feita com silicone de adição Aquasil (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). Para isso, o material leve era inserido sobre o pre-

paro e, em seguida, o material pesado era posicionado sobre o leve com auxílio de uma moldeira individual, confeccionada a partir de um tubo de PVC (Tigre, Rio Claro - SP). A moldeira era deixada em posição através de pressão digital por 5min antes da sua remoção. Duas horas após a obtenção dos moldes, gesso tipo IV (Durone, Dentsply, Petrópolis - RJ, Brasil) era manipulado a vácuo e vertido no interior dos moldes. Após a presa do gesso, o modelo era removido e os excessos, eliminados.

Para a confecção das restaurações *inlays* foi utilizada a resina composta Z-250 (3M ESPE, St. Louis, MN, EUA) na cor A3. Após a confecção da restauração no troquel e fotoativação com fotopolimerizador (Degulux Soft Start, Degussa Hills, Hannau, Alemanha) por 20s de cada incremento, a resina composta foi polimerizada adicionalmente por 3 min em uma unidade polimerizadora (EDG, São Carlos - SP, Brasil). O acabamento foi realizado sequencialmente com borracha abrasiva (FGM, Joinville - SC, Brasil), borracha de silicone (Enahnce, Dentsply, Petrópolis - RJ, Brasil) e o polimento com disco de feltro associado à pasta diamantada (Feltros Diamond, FGM, Joinville - SC, Brasil). Metade das restaurações foi avaliada quanto à sua adaptação ao preparo, enquanto que a outra metade foi cimentada para posterior avaliação da espessura da linha de cimentação. Para o segundo grupo, as *inlays* foram cimentadas com o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Louis, MN, EUA) e sistema de união Scotchbond Multi-Use Plus (3M ESPE, St. Louis, MN, EUA). Após a cimentação, as margens da restauração foram acabadas com uma ponta diamantada cônica de extremo arredondado # 2135 (KG Sorensen, Barueri - SP, Brasil) e disco de óxido de alumínio Sof-Lex (3M ESPE, St. Louis, MN, EUA).

As avaliações da adaptação marginal e espessura de linha de cimentação foram realizadas por meio de três metodologias: microscopia óptica, lupa estereoscópica e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A avaliação através de microscopia óptica foi feita em um sistema de coleta de dados acoplados a um aparelho de medição ROI – Ram Optical Instrumental (Newport Corporation Company, Califórnia EUA), gentilmente cedido pela Conexão Sistemas Protéticos. Para isso, as restaurações foram posicionadas de forma inclinada na base de observação do sistema, direcionando-se as faces observadas (interproximal, cervical e oclusal) perpendicularmente ao eixo axial de coleta de imagem. Para a visualização das amostras foi utilizada uma magnificação de 250x.

As mesmas amostras eram, em seguida, levadas a uma lupa estereoscópica Leica DFC 280 (Leica microsystems, Wetzlar, Alemanha) com aumento de 35x. Uma câmera de vídeo CCD (charge-coupled device), modelo MCC 4041 (Mythos Corp., Chungnam, Republic of South Korea), foi acoplada à lupa e ligada a um computador, permitindo que as

imagens obtidas fossem transmitidas a este, onde eram armazenadas. A partir do mesmo programa utilizado para a avaliação em microscopia óptica, foram feitas as mensurações a partir das imagens captadas pela lupa estereoscópica. As mensurações foram realizadas nas mesmas regiões avaliadas na metodologia de microscopia óptica.

Após a obtenção das imagens na lupa estereoscópica, as amostras foram então preparadas para análise em microscopia eletrônica de varredura. Inicialmente, as amostras foram fixadas em *stubs* através de fita de carbono dupla face e cobertas com uma fina camada de ouro (SCD 050, Baltec, Vaduz, Liechtenstein) através de uma metalizadora MED10 (Balzers Union, Fürstentum, Liechtenstein), utilizando uma corrente de 45mA por 120s. Em seguida foram levadas a um MEV LEO VP 435 (Carl-Zeiss NTS, Oberkochen, Alemanha) para a captura das imagens das interfaces. A avaliação em microscopia eletrônica foi feita apenas na região oclusal, uma vez que a fixação das amostras ao *stub* inviabilizou o seu posterior reposicionamento, com uma magnificação de 250x.

Os dados obtidos nas regiões interproximal e cervical foram submetidos ao teste t de *student* para a comparação entre as metodologias lupa estereoscópica e microscopia óptica. Já os dados obtidos na região oclusal foram submetidos à Análise de Variância (Anova) de um fator para comparação das medidas obtidas entre as três diferentes metodologias de avaliação. Para a análise estatística foi utilizado um nível de significância de 5%.

Resultados

Para adaptação marginal não foi encontrada diferença estatística entre lupa estereoscópica e microscopia óptica, independentemente da região avaliada (Tab. 1). Entretanto, a lupa estereoscópica apresentou menor espessura de linha de cimentação do que a microscopia óptica na margem interproximal, não havendo diferença entre as metodologias na margem cervical (Tab. 2). Já a Anova mostrou que houve efeito significativo para as metodologias empregadas no terço oclusal. Foi então utilizado o teste de Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar os valores obtidos com as diferentes metodologias. A MEV apresentou menores valores, tanto de adaptação marginal quanto de espessura de linha de cimentação, do que as outras duas metodologias (Tab. 3 e 4).

Tabela 1 - Médias de adaptação marginal (mm)

Região	Microscopia óptica	Lupa estereoscópica
Interproximal	0,161 A	0,141 A
Cervical	0,164 A	0,185 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no teste T ($\alpha = 0,05$).

Tabela 2 - Médias de espessura da linha de cimentação (mm)

Região	Microscopia óptica	Lupa estereoscópica
Interproximal	0,296 A	0,224 B
Cervical	0,294 A	0,238 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no teste T ($\alpha = 0,05$).

Tabela 3 - Médias de adaptação marginal na região oclusal (mm)

M. E. de Varredura	Microscopia óptica	Lupa estereoscópica
0,079 B	0,179 A	0,194 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Tabela 4 - Médias de espessura da linha de cimentação (mm)

M. E. de Varredura	Microscopia óptica	Lupa estereoscópica
0,406 B	0,538 A	0,594 A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Discussão

As restaurações indiretas foram desenvolvidas buscando contornar algumas limitações das restaurações diretas, principalmente no que diz respeito à contração de polimerização das resinas compostas. Nas restaurações indiretas de compósito, esse problema é minimizado, uma vez que a polimerização da restauração ocorre extraoralmente. Dessa forma, a contração pode levar apenas a uma desadaptação da peça protética, o que pode ser compensado pela cimentação. A espessura da linha de cimentação também tem grande importância sobre a adaptação final da restauração. Quanto maior a espessura do cimento resinoso, maior será a contração de polimerização, o que, em última análise, levará a um maior risco de rompimento de união entre restauração e preparo, levando à formação de fendas nas margens da restauração²³. Noack et al.²⁴ (1992) relataram que a degradação do cimento resinoso aumenta proporcionalmente ao aumento da espessura da linha de cimentação.

Neste trabalho, métodos comumente utilizados na literatura para mensurar adaptação marginal e espessura da linha de cimentação foram avaliados. Na avaliação da adaptação marginal das restaurações não cimentadas não houve diferença entre os valores obtidos pelos métodos não destrutivos (lupa estereoscópica e microscopia óptica) em nenhuma das margens analisadas. Entretanto, na mensuração da espessura da linha de cimentação, a utilização da lupa na margem interproximal levou a um menor valor. Espera-se que o microscópio óptico apresente uma maior precisão nas medições, uma vez que utiliza um aumento maior. Entretanto, essa diferença parece ser muito sutil e, em alguns casos, pode não levar a diferenças nos resultados. Dessa forma, a segunda hipótese nula testada foi rejeitada.

Com a utilização de MEV só foi possível avaliar a margem oclusal, uma vez que a fixação das amostras ao *stub* dificulta o seu reposicionamento para a mensuração das outras margens. Nesta única margem avaliada, o MEV apresentou menores valores, tanto de adaptação marginal quanto de linha de cimentação, que aqueles obtidos com as outras metodologias. Assim, a primeira hipótese nula também foi rejeitada. Uma vez que foi utilizada a mesma magnificação da microscopia óptica, esta diferença poderia ser relacionada à diferença na qualidade da imagem ou à ferramenta utilizada para a mensuração. No MEV a ferramenta de mensuração faz parte do *software* do aparelho, ao passo que na microscopia óptica as imagens são transmitidas a outro sistema de medição. O mesmo foi feito com as imagens obtidas na lupa estereoscópica. Assim, essa transmissão das imagens poderia também afetar os valores obtidos pelas mensurações. Por outro lado, o preparo das amostras para MEV, principalmente a formação do vácuo durante a metalização, poderia também explicar essa diferença²⁵. Entretanto, essa explicação seria mais difícil de ser aceita, principalmente quando se discute a diminuição da espessura da linha de cimentação.

A utilização do MEV para a mensuração de fendas e linhas de cimentação apresenta uma série de limitações. O preparo das amostras, além do microscópio, apresenta um custo muito superior ao das outras metodologias, o que pode inviabilizar a sua utilização em algumas situações. Além disso, a necessidade de fixar as amostras a *stubs*, previamente à metalização, impossibilita o reposicionamento da amostra, limitando as áreas passíveis de visualização. Além dessas limitações, a formação do vácuo, como já discutido, pode também interferir nos valores aferidos. Uma metodologia que pode contornar esse problema é a moldagem com silicone de adição da amostra e confecção de réplicas em resina epóxi a partir deste molde^{26,27}. Entretanto, esse método elevaria ainda mais o custo do estudo.

Conclusões

Com as limitações deste estudo, podemos concluir que:

- não houve diferença entre os valores obtidos com lupa estereoscópica e microscópio óptico na mensuração de fendas, independentemente da região avaliada;
- apenas na região interproximal a utilização da lupa levou à obtenção de um menor valor de espessura de linha de cimentação em relação ao uso de microscopia óptica. Nas demais regiões não houve diferença entre as duas metodologias;
- o uso de microscopia eletrônica de varredura levou à obtenção de menores valores, tanto de fendas quanto de espessura de cimento, na região oclusal, em relação às outras duas metodologias avaliadas.

Abstract

Objective: the objective of this work is to compare methods used to measure marginal adaptation and cement thickness on inlay indirect restorations. Materials and method: Twenty-four third human molars were prepared and inlay restorations were manufactured by resin composite. Half of samples was used to evaluate, before the restoration luting, the marginal adaptation and the remaining samples were luted and the cement thickness was measured. Measurements were made at cervical, inter-proximal and occlusal regions, using three methods: stereoscopic, optic and scanning electronic microscopes. The last method evaluated the occlusal region only. Results: For the marginal adaptation evaluation, there was no difference between stereoscopic and optical microscopes. When the cement thickness was measured, the stereoscopic microscopy presented the lowest values in the inter-proximal region. The scanning electronic microscopy presents the lowest values. Conclusions: In order to measure the adaptation of parts in a preparation both stereoscopic and light microscopy can be used. To evaluate the cementation line SEM is the best method.

Key words: Marginal adaptation. Cementation. Dental restoration. Permanent. Methods.

Referências

1. Leinfelder KF. Indirect posterior composite resins. *Compend Contin Educ Dent*. 2005; 26(7): 495-503; quiz 4, 27.
2. Raigrodski AJ. All-ceramic full-coverage restorations: concepts and guidelines for material selection. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005; 17(4): 249-56; quiz 58.
3. Giráldez I, Ceballos L, Garrido MA, Rodríguez J. Early hardness of self-adhesive resin cements cured under indirect resin composite restorations. *Journal Compilation* 2011; 23(2): 116-24.
4. Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of curing mode on microtensile bond strength to dentin of two dual-cured adhesive systems in combination with resin luting cements for indirect restorations. *Oper Dent* 2007 Jan-Feb;32(1):37-44.
5. Kumbuloglu O, Lassila LVJ, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composites luting cements. *Int J Prosthodont* 2004; 17(3):357-63.
6. Aschenbrenner CM, Lang R, Handel G, Behr M. Analysis of marginal adaptation and sealing to enamel and dentin of four self-adhesive resin cements *Clin Oral Invest* 2011; 16; (15):1-10.
7. Paula AB, Tango RN, Sinhorette MAC, Alves MC, Puppini-Rontani RM. Effect of Thickness of Indirect Restoration and Distance from the Light-Curing Unit Tip on the Hardness of a Dual-Cured Resin Cement. *Braz Dent J* 2010; 21(2):117-22.
8. Mormann W, Wolf D, Ender A, Bindl A, Gohring T, Attin T. Effect of Two Self-Adhesive Cements on Marginal Adaptation and Strength of Esthetic Ceramic CAD/CAM Molar Crowns. *Journal of Prosthodontics* 2009; 18: 403-10.
9. Andrzejewska E. Kinetics of network formation during photopolymerization. *Trans Acad Dent Mater* 2004; 18: 69-80.

10. Cornacchia TPM, Las Casas EB, Cimini Jr CA, Peixoto RG. 3D finite element analysis on esthetic indirect dental restorations under thermal and mechanical loading. *Med Biol Eng Comput* 2010; 48:1107-13.
11. Liu B, Lu C, Wu Y, Zhang X, Arola D, Zhang D. The Effects of Adhesive Type and Thickness on Stress Distribution in Molars Restored with All-Ceramic Crowns. *Journal of Prosthodontics* 2011; 20:35-44.
12. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J Dent* 2004; 32(2):109-15.
13. Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dent Mater* 2004; 20(6):554-64.
14. Watts DC, Marouf AS, Al-Hindi AM. Photo-polymerization shrinkage-stress kinetics in resin-composites: methods development. *Dent Mater* 2003; 19(1):1-11.
15. De Farias DG, Avelar RP, Bezerra AC. Comparative study of microleakage in class V restorations. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16(1):83-8.
16. Liena Puy MC, Forner Navarro L, Faus Llacer VJ, Ferrandez A. Composite resin inlays: a study of marginal adaptation. *Quintessence Int* 1993; 24(6):429-33.
17. Garberoglio R, Coli P, Brännström M. Contraction gaps in Class II restorations with self-cured and light-cured resin composites. *Am J Dent* 1995; 8(6):303-7.
18. Miguez PA, Pereira PN, Foxton RM, Walter R, Nunes MF, Swift EJ. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in Class I restorations. *Dent Mater* 2004; 20(9):839-45.
19. Makishi P, Shimada Y, Sadr A, Tagami J, Sumi Y. Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: Marginal adaptation of self-etch adhesives. *Journal of Dentistry* 2011; 39: 316-25.
20. Tulunoglu O, Ulker AE. Gap formation between different cavity walls and resin composite systems on primary and permanent teeth. *J Contemp Dent Pract* 2007; 18(2):60-9.
21. Ural Ç, Burgaz Y, Saraç D. In vitro evaluation of marginal adaptation in five ceramic restoration fabricating techniques. *Quintessence Publishing Co* 2010; 41(7):585-90.
22. Rechenberg DK, Göhring TN, Attin T. Influence of different curing approaches on marginal adaptation of ceramic inlays. *J Adhes Dent* 2010; 12:189-96.
23. Prinsloo LC, van der Vyver PJ. The degree of polymerisation shrinkage of adhesive resin cements *SADJ* 2000; 55(10):544-7.
24. Noack M, De Gee AJ, Roulet JF, Davidson CL. Interfacial wear of luting composites of ceramics inlays in vitro. *J Dental Res* 1992; 71:113 (abstract 58).
25. Coetzee SH, Jordaan A, Mpuchane SF. Low pressure mode combined with OsO₄ vapor fixation and sputter-coating for the preservation of delicate aerial hyphae and conidia in the ESEM. *Microsc Res Tech* 2005; 67(5):265-70.
26. Luo Y, Tay FR, Lo EC, Wei SH. Marginal adaptation of a new compomer under different conditioning methods. *J Dent* 2000; 28(7):495-500.
27. Shinkai K, Suzuki S, Katoh Y. Effect of high light intensity on cavity wall adaptation of a resin composite with a self-etching primer system. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006 Nov; 79(2):420-4.

Endereço para correspondência:

Faculdade de Odontologia - UFC - Campus Sobral - Bloco da Tecnologia
Rua Estanislau Frota s/n, Centro, Sobral
62010-560 Ceará/CE
Fone: (88) 9919 3986
E-mails: fauzeraraujo@yahoo.com.
br ou dsmaia@yahoo.com

Recebido: 15.08.2011 Aceito: 27.10.2011